

### 3.9. Szűrők

Már esett szó arról, hogy a híradástechnikai berendezések számításainál, mérésénél leggyakrabban szinuszos bemenő jelet tételeznek fel, mert (mivel minden periodikus jel felfogható különböző frekvenciájú, amplitudójú és fázisú szinuszjelek összegeként), egy (lineáris) hálózat tulajdonságai szinuszos vizsgálójelekkel megismerhetők.

Az áramkörök bemenetére kerülő periodikus jel általában valóban nem egyetlen szinuszos jel, hanem több, különböző frekvenciájú szinuszjel összessége, és gyakori feladat, hogy e jeleket frekvenciájuk szerint szétválasszuk.

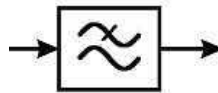
Ezt a feladatot valósítják meg a **szűrők**. A szűrők olyan áramkörök, melyek a bemenő kapcsaikra adott jel bizonyos frekvenciatartományba (*áteresztő tartományukba*) eső komponenseit csekély csillapítással tovább engedik kimenetükre, míg a más frekvenciájú (*záró tartományukba* eső) jeleket erősen csillapítják, „kiszűrik”.

A szűrők megvalósíthatók kizárólag passzív elemekből (itt a veszteségek csökkentése céljából reaktáns elemeket: kondenzátorokat és tekercseket szokás használni), de a szűrő kialakítható úgy is, hogy egy erősítő negatív visszacsatoló hálózatában használnak frekvenciafüggő áramköri elemeket (aktív szűrők). Utóbbi esetben a veszteségeket az erősítő pótolja, ezért a visszacsatoló hálózatban RC elemek használhatók (ez azért előnyös, mert az induktív elemek mérete és költsége nagyobb az RC elemekénél).

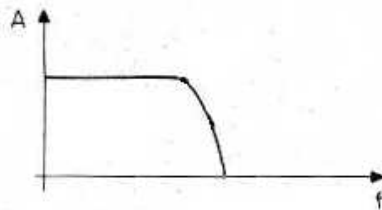
A továbbiakban példaként bemutatott egyszerű passzív szűrőkapcsolások LC elemekből épülnek fel.

#### 3.9.1. Aluláteresztő (felül vágó) szűrő

Az *aluláteresztő* (másként *felül vágó*) szűrő olyan áramkör, mely a jel alacsony frekvenciás összetevőit átengedi, a magas frekvenciásakat kiszűri. Tömbvázlatokon az aluláteresztő szűrőt az 1. ábra szerinti módon jelölik. Az áthúzott felső hullámvonal azt jelképezi, hogy a szűrő a frekvenciasáv felső részét nem engedi át. A szűrő frekvenciamenetét az 2. ábrán láthatjuk.

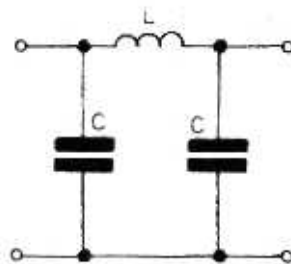


1. ábra  
Aluláteresztő szűrő jelképe



2. ábra  
Aluláteresztő szűrő frekvenciamenete

Egy LC elemekből felépített aluláteresztő szűrő kapcsolását láthatjuk a 3. ábrán.



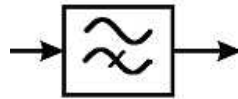
3. ábra  
„Π” kapcsolású aluláteresztő szűrő

A kapcsolási elemek elrendezése a görög  $\Pi$  betűre emlékeztet, ezért az ilyen szűrőt szokás „ $\Pi$ ”-szűrőnek is nevezni.

A szűrő áteresztő tartományában, alacsony frekvenciákon az  $L$  tekercs  $X_L$  reaktanciája kicsi, míg a bemenettel és kimenettel párhuzamos  $C$  kondenzátoré ( $X_C$ ) nagy, ezért a bemenő jel kis csillapítással jut a kimenetre. A frekvencia növekedtével  $X_L$  nő, és azon egyre nagyobb, míg a csökkenő  $X_C$  n egyre kisebb feszültség (ez maga a kimenő feszültség) esik, ezért a szűrő erősen csillapít.

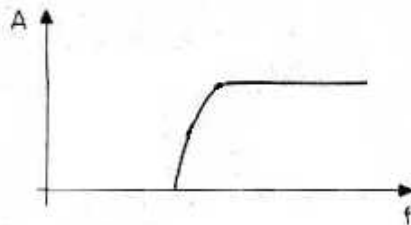
### 3.9.2. Felüláteresztő (alul vágó) szűrő

A felüláteresztő (vagy alul vágó) szűrő (4. ábra) a jel alacsonyfrekvenciás komponenseit kiszűri, és a magas frekvenciás komponenseket engedi át. Az áthúzott alsó hullámvonal utal arra, hogy a frekvenciasáv alsó része nem kerül átvitelre.



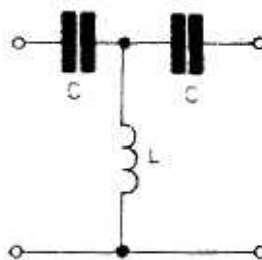
4. ábra  
Felüláteresztő szűrő jelképe

A felüláteresztő szűrő frekvenciamenete az 5. ábrán látható.



5. ábra  
Felüláteresztő szűrő frekvenciamenete

Egy gyakorlati megvalósítást a 6. ábra mutat. Ez a kapcsolási elrendezés a „T” betűre emlékeztet, ezért az ilyen elrendezésű szűrőt szokás „T” szűrőnek nevezni.

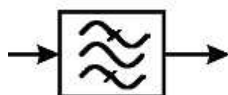


6. ábra  
„T” elrendezésű felüláteresztő szűrő

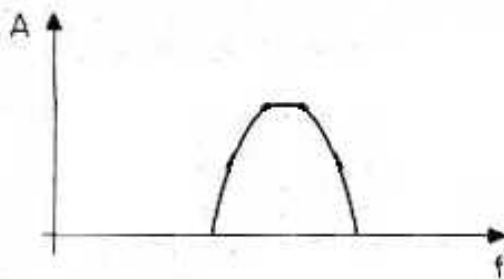
Alacsony frekvenciákon a bemenet és kimenet közötti kondenzátorok nagy reaktanciát jelentenek, ugyanakkor a „T” szárában lévő tekercs kis reaktanciát, amelyen csak kis feszültség esik, így a kimenetre a jel erősen csillapodva jut. A frekvencia növekedtével a tekercs növekedő, a kondenzátorok csökkenő reaktanciája miatt a kondenzátorokon egyre kisebb, a tekercsen egyre nagyobb feszültség esik, így a jel egyre nagyobb része jut a kimenetre, ezért a szűrő csillapítása magas frekvenciákon kicsi.

### 3.9.3. Sáváteresztő szűrő (sávszűrő)

A sáváteresztő szűrő (röviden **sávszűrő**) feladata az, hogy egy frekvencián (és az annak szűk környezetét jelentő frekvenciasávban) kis csillapítást, ezen a sávon kívül nagy csillapítást tanúsítson. Tömbvázlatokon alkalmazott jele az 7. ábrán, frekvenciamenete a 8. ábrán látható. Az alsó és felső, áthúzott hullámvonal jelzi, hogy a sávon kívül eső alacsony és magas frekvenciákat nem engedi át a szűrő.

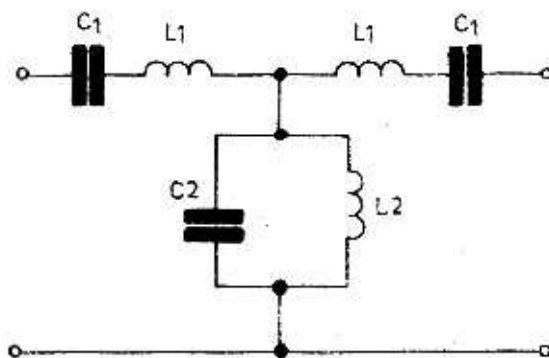


7. ábra  
Sáváteresztő szűrő (sávszűrő)



8. ábra  
Sávszűrő frekvenciamenete

Egy LC elemekkel megvalósított sávszűrő kapcsolása a 9. ábrán látható.



9. ábra  
Sávszűrő kapcsolása

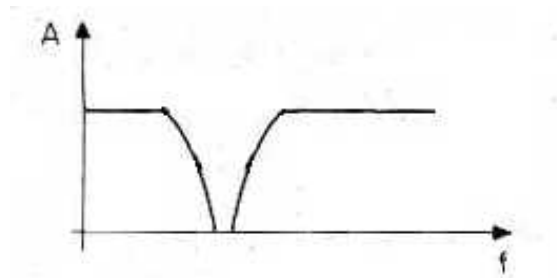
A „T” elrendezésű sávszűrő két soros rezgőkör ( $L_1 - C_1$ ) rezonanciafrekvenciáján kis ellenállást tanúsít (ugyanekkor a „T” szárában elhelyezett  $L_2 - C_2$  párhuzamos rezgőkörnek nagy az impedanciája). Így az egymáshoz közelre beállított rezonanciafrekvenciák sávjában a szűrőnek kicsi a csillapítása. A szűrő sávzélességét (azoknak a frekvenciáknak a távolságát, ahol az átvitel 3 dB-el csökken) az egyes rezgőkörök rezonanciafrekvenciájának, ill. jóságának változtatásával lehet beállítani.

### **3.9.3. Sávműködő szűrő**

Sávműködő szűrőre akkor van szükség, amikor egy szűk frekvenciasávba eső jelet kifejezetten ki akarunk zárni az átvitelből. A sávműködő szűrő tömbvázlatokon alkalmazott jelét a 10. ábra, frekvenciamenetét a 11. ábra mutatja.

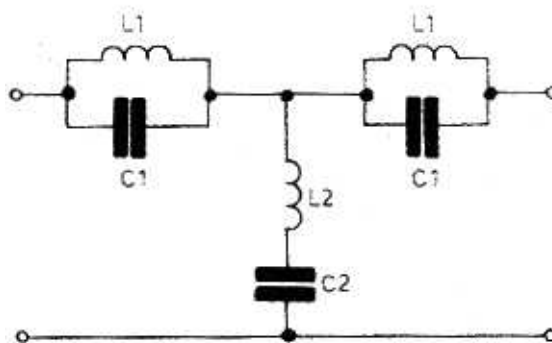


10. ábra  
Sávműködő szűrő



11. ábra  
Sávzáró szűrő frekvenciameenete

A 12. ábrán látható kapcsolásban (ez is „T” elrendezésű) a be- és kimenet közé kapcsolt  $L_1 - C_1$  párhuzamos rezgőkörök rezonanciafrekvenciájukon (ez a kiszűrt frekvencia) nagy impedanciát mutatnak, míg a „T” szárában elhelyezett soros  $L_2 - C_2$  rezgőkör ugyanezen a frekvencián minimális ellenállást mutat, ezért rajta alig esik feszültség. Így a „zárt” frekvenciasávban a kimenetre a jel erősen csillapítva jut.



12. ábra  
Sávzáró szűrő kapcsolása

### 3.9.4. Kristálysűrők

A 3.8.1. pontban láttuk, hogy a rezgőkristály elektromosan egy nagy jóságú (és nagy frekvenciapontosságú) rezgőkörnek felel meg. Ez alkalmassá teszi a rezgőkristályt sávszűrőkben való alkalmazásra.

A kristálysűrőkben több, megfelelő rezonanciára csiszolt kvarckristály összekapcsolásával nagyon pontos frekvenciatartományban működő, kis sávzélességű sávszűrőt alakítanak ki. A szűrőt fém házban hozzák forgalomba (a 13. ábra YAESU rádióban alkalmazott szűrőt mutat, mely 455 kHz frekvencián 250 Hz sávzélességet biztosít). A megfelelő frekvenciájú, és sávzélességű szűrőt a gyártó katalógusából választhatjuk ki.



13. ábra  
YAESU XF-110CN kristálysűrő